

原子間力顕微鏡による高温超伝導体BSCCOの表面観察

著者	澁谷 佑樹, 酒井 彰
雑誌名	第52回応用物理学会北海道支部学術講演会
巻	52
号	2017
ページ	46-46
発行年	2017
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009503

原子間力顕微鏡による高温超伝導体 BSCCO の表面観察

室蘭工業大学 澁谷 佑樹、酒井 彰

1. 目的

高温超伝導物質は転移温度が液体窒素温度を超え、冷却するためのコストが低下したため、実用化の開発が進められている。 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ (BSCCO)は約 -180°C で超伝導状態に移行し、これは主に高効率送電が可能な超伝導ケーブルやリニアモーターの開発に利用されている。本研究では、BSCCO を原子間力顕微鏡で観察し、超伝導状態になった時の構造の変化を調べることを目的とした。

2. 高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$

結晶構造は図 1 であり、 BiO_2 層と CuO_2 層からなっている。図で示す BiO_2 層間はファンデルワールス力で結合しているため、試料はここでへき開する。今回使用した試料は縦横 $4\text{mm}\times 1\text{mm}$ 厚さ約 0.12mm のものを使用した。

3. 原子間力顕微鏡(AFM)

本実験では、AFM を用いて BSCCO 表面画像を、走査範囲を変えながら取得した。AFM は、カンチレバーにレーザー光を当て、その反射光から変位量を測定する光てこ方式を採用し、コンタクトモードで測定した。試料とカンチレバー間の距離を制御しながら走査し、ピエゾ阻止にかかる電圧を計測することで表面凹凸画像を取得する。

4. AFM による BSCCO 表面の観察

試料表面での階層構造を観測するため走査範囲を変えながら、 $4\mu\text{m}\times 4\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}\times 2\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}\times 1\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m}\times 0.1\mu\text{m}$ の範囲で 200×200 点での測定を行った。図 2 に $4\mu\text{m}\times 4\mu\text{m}$ と $0.1\mu\text{m}\times 0.1\mu\text{m}$ の表面画像を示す。 $4\mu\text{m}\times 4\mu\text{m}$ の表面画像では BSCCO の表面に島状の凹凸が現れた。 $0.1\mu\text{m}\times 0.1\mu\text{m}$ の表面画像からは、粒上の構造が確認できた。

室温(24°C)で測定した表面画像から平均粗さを求め高さ方向における平均的表面構造を解析するためのラフネス解析を行い、波長を算出し平行方向の表面構造を解析するためにフーリエ解析を行う。

ラフネス解析の結果から、走査範囲によって値が大きく変わることから測定した箇所での凹凸が多かったことがわかる。フーリエ解析から走査範囲が広いところでは島状の構造があり、狭いところでは粒上の構造があるため、階層構造が現れた。

今後は、BSCCO を超伝導状態にし、その時の AFM 画像を、走査範囲を広くした場合と狭くした場合のものの取得し、温度依存性についても評価し発表する予定である。

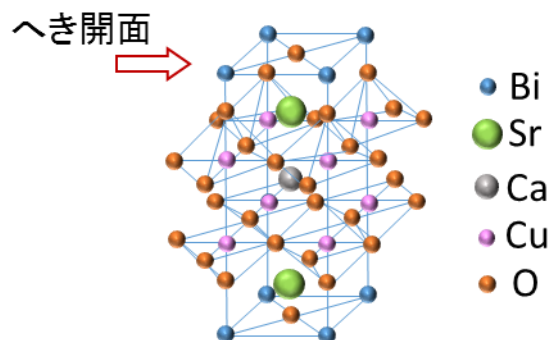


図 1 BSCCO の結晶構造

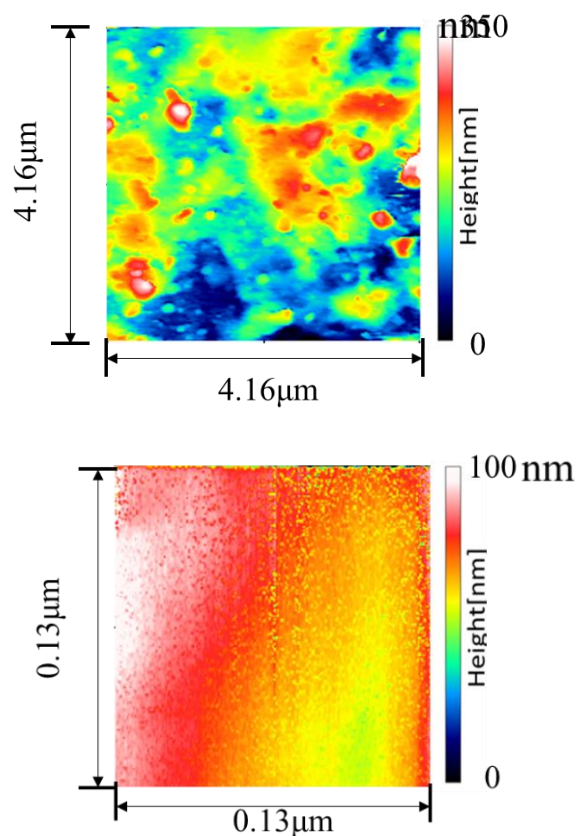


図 2 測定した表面画像

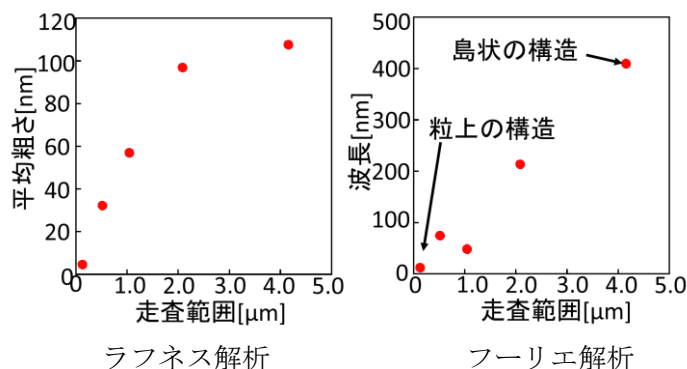


図 3 解析結果